

501.43537X00

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicant(s): ARAI, et al.
Serial No.: 10/790,180
Filed: March 2, 2004
Title: METHOD OF DETECTING PARTICLES AND A PROCESSING
APPARATUS USING THE SAME
Group: Not yet assigned

LETTER CLAIMING RIGHT OF PRIORITY

Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

August 20, 2004

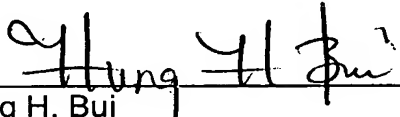
Sir:

Under the provisions of 35 USC 119 and 37 CFR 1.55, the applicant(s)
hereby claim(s) the right of priority based on Japanese Patent Application No.(s)
2003-199592, filed July 22, 2003.

A certified copy of said Japanese Application is attached.

Respectfully submitted,

ANTONELLI, TERRY, STOUT & KRAUS, LLP


Hung H. Bui
Registration No. 40,415

HHB/alb
Attachment
(703) 312-6600

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されて
いる事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed
with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 3 年 7 月 2 2 日
Date of Application:

出 願 番 号 特 願 2 0 0 3 - 1 9 9 5 9 2
Application Number:

[ST. 10/C] : [J P 2 0 0 3 - 1 9 9 5 9 2]

出 願 人 株式会社日立ハイテクノロジーズ
Applicant(s):

CERTIFIED COPY OF
PRIORITY DOCUMENT

2 0 0 4 年 5 月 2 4 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office.

今 井 康 夫

【書類名】 特許願

【整理番号】 K03007121

【提出日】 平成15年 7月22日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G01N 15/14

【発明者】

 【住所又は居所】 神奈川県横浜市戸塚区吉田町 2 9 2 番地 株式会社日立
 製作所 生産技術研究所内

 【氏名】 新井 武

【発明者】

 【住所又は居所】 山口県下松市大字東豊井 7 9 4 番地 株式会社日立ハイ
 テクノロジーズ内

 【氏名】 鹿子嶋 昭

【発明者】

 【住所又は居所】 山口県下松市大字東豊井 7 9 4 番地 株式会社日立ハイ
 テクノロジーズ内

 【氏名】 山本 秀之

【発明者】

 【住所又は居所】 山口県下松市大字東豊井 7 9 4 番地 株式会社日立ハイ
 テクノロジーズ内

 【氏名】 白石 大輔

【発明者】

 【住所又は居所】 神奈川県横浜市戸塚区吉田町 2 9 2 番地 株式会社日立
 製作所 生産技術研究所内

 【氏名】 中野 博之

【発明者】

 【住所又は居所】 神奈川県横浜市戸塚区吉田町 2 9 2 番地 株式会社日立
 製作所 生産技術研究所内

 【氏名】 中田 俊彦

【特許出願人】

【識別番号】 501387839

【氏名又は名称】 株式会社日立ハイテクノロジーズ

【代理人】

【識別番号】 100080001

【弁理士】

【氏名又は名称】 筒井 大和

【電話番号】 03-3366-0787

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 006909

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 異物検出方法、処理装置および異物管理システム

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 処理室内に処理ガスを供給して、プラズマ発生装置によりプラズマを発生させ、そのプラズマにより試料台上に置かれた試料を処理する処理装置における異物検出方法であって、

前記プラズマ発生装置の電極間または前記プラズマが生成される前記試料台上部の空間以外の前記処理室内に、レーザを走査して照射し、前記処理室内に存在する異物から発生する散乱光を検出し、この検出した前記散乱光に基づいて前記異物を検出することを特徴とする異物検出方法。

【請求項 2】 請求項 1 記載の異物検出方法において、
前記レーザを走査して照射する空間は、前記処理室から排気ラインの間の空間であることを特徴とする異物検出方法。

【請求項 3】 請求項 2 記載の異物検出方法において、
前記レーザの走査は、前記処理室内から前記排気ラインへ、気体または異物の流れる排気方向に対して、前記レーザの走査面が直交方向となる方向に走査することを特徴とする異物検出方法。

【請求項 4】 請求項 1、2 または 3 記載の異物検出方法において、
前記レーザの照射は、前記レーザが照射される前記処理室の内壁と直交しない位置から照射することを特徴とする異物検出方法。

【請求項 5】 処理室内に処理ガスを供給して、プラズマ発生装置によりプラズマを発生させ、そのプラズマにより試料台上に置かれた試料を処理する処理装置であって、

前記プラズマ発生装置の電極間または前記プラズマが生成される前記試料台上部の空間以外の前記処理室内に設けられた計測窓に取り付けられ、前記計測窓から前記処理室内にレーザを走査して照射し、前記処理室内に存在する異物から発生する散乱光を検出する異物検出装置を備え、

前記異物検出装置は、前記処理装置が稼働している間、検出した散乱光に基づいて、前記異物を検出することを特徴とする処理装置。

【請求項 6】 請求項 5 記載の処理装置において、
前記計測窓は、前記処理室から排気ラインの間の空間に設けられることを特徴とする処理装置。

【請求項 7】 請求項 6 記載の処理装置において、
前記異物検出装置は、前記レーザの走査を、前記処理室内から前記排気ラインへ、気体または異物の流れる排気方向に対して、前記レーザの走査面が直交方向となる方向に走査することを特徴とする処理装置。

【請求項 8】 請求項 5、6 または 7 記載の処理装置と、
前記処理装置の各動作により出力された信号および前記異物検出装置による検出結果を受け取り、前記処理装置の各動作と異物データを管理する制御手段とを備えたことを特徴とする異物管理システム。

【請求項 9】 請求項 8 記載の異物管理システムにおいて、
前記制御手段は、前記処理装置の各動作と異物発生タイミングを比較することにより、前記処理装置内の異物発生源を特定することを特徴とする異物管理システム。

【請求項 10】 請求項 8 または 9 記載の異物管理システムにおいて、
前記制御手段は、前記異物検出装置により検出された異物からの散乱光の信号強度および散乱光発生回数により、異物を管理し、前記散乱光の信号強度および散乱光発生回数に基づいて、前記処理装置のメンテナンス時期およびメンテナンス方法を指示することを特徴とする異物管理システム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、エッチング、スパッタリング、CVD等のプラズマを用いて半導体基板上に所望の薄膜や回路パターン等を形成するプラズマ処理装置などの半導体製造装置の内部に浮遊する微細な粒子（異物）を検出する異物検出方法、異物検出装置を備えた処理装置および検出された異物を管理する異物管理システムに関し、特に、プラズマ処理技術により薄膜や回路パターン等を形成する過程で処理室内に発生する異物を、処理中にリアルタイムで計測し、異物の発生状況を計測

する技術に関する。

【0002】

【従来の技術】

従来、エッチング装置をはじめとして、プラズマを用いた処理装置が半導体製造工程や液晶表示装置用基板の製造工程に広く適用されている。

【0003】

例えば、プラズマを用いた処理装置によるプラズマエッチング処理では、エッチング反応によって生成された反応生成物がプラズマ処理室の壁面あるいは電極に堆積し、これが時間経過とともに剥離することで浮遊異物となる。

【0004】

この浮遊異物は、エッチング開始前やエッチング中、またはエッチング中にプラズマでトラップされていた異物が放電停止とともに半導体処理基板上に落下したりして、半導体処理基板上に付着する。これらの基板上に付着した異物は非開口といったエッチング不良、回路の特性不良、そしてパターン外観不良を引き起こす。最終的には半導体素子の歩留まり低下や素子の信頼性低下の原因となっていた。

【0005】

そこで、従来では、プラズマ処理装置内に浮遊した異物を *in-situ* 計測するものとして、測定体積を横切って照射する光ビームを送出する光送出器と前記測定体積からの散乱光を集光してその光を検出器に向ける光学系とを含み、その光検出器に向けられた光の強度を表す信号をその光検出器が発生するように構成した検出器と、前記光検出器からの信号を分析するように相互接続され、前記光検出器からの信号の中のパルスを検出するパルス検出器と、微粒子に対応しその微粒子が前記測定体積の中を動く間の前記光ビームによる複数回の照射に伴う前記微粒子による散乱光に起因する一連のパルスを特定する事象検出器とを含む信号処理手段とを含む半導体デバイス製造装置におけるウェーハ近傍微粒子の検出装置が提案されていた（例えば、特許文献1参照）。

【0006】

しかし、特許文献1に記載のものは、固定のレーザ光を用いてウェーハ上の一部

の領域を観測するものであり、プラズマ処理室内に存在する浮遊異物を計測することは困難であった。

【0 0 0 7】

そこで、従来では、プラズマ処理室内に浮遊した異物をウエハ全面にわたって *i n - s i t u* 計測するものとして、処理室内の上下方向、水平方向、または上下および水平方向にレーザ光を照射し、処理室内の異物により散乱したレーザ光を検出し、検出したレーザ光の強度から処理チャンバ内の異物をリアルタイムでモニタするパーティクルモニタ方法およびワーク処理装置も提案されていた（例えば、特許文献 2 参照）。

【0 0 0 8】

また、従来では、プラズマ処理装置内に浮遊した異物を *i n - s i t u* 計測するものとして、真空処理装置の排気ラインに異物検出装置を取り付けて、排気される異物を検出する粒子検出方法も提案されていた（例えば、特許文献 3 参照）。

【0 0 0 9】

しかし、特許文献 3 に記載のものは、例えば、図 1 3 に示すように、排気口 2 0 に接続された排気ライン 8 およびバタフライバルブ 9 の後に、異物検出装置 1 1 c を配置する構成となっており、真空処理室とは離れ、かつ処理室とは異なる雰囲気中での異物計測となるため、処理室内か排気ラインに付着・剥離した異物をモニタしているか正確な計測は困難であり、さらに、数 P a の真空下では排気ラインの途中に取り付けられたセンサまで異物が運ばれにくく、排気ラインまで到達する異物が少なくなり、異物の捕捉率が低く、検出精度が低くなっていた。

【0 0 1 0】

そこで、従来では、排気ラインでの検出よりも異物の検出精度を上げるために、真空室に形成した排気口に排気予備室を設け、この排気予備室に排気通路を接続し、排気予備室内に検査用レーザ光を照射するレーザ光照射手段と、異物からの反射光を検出する光検出手段とを備えたパーティクル検出装置も提案されていた（例えば、特許文献 4 参照）。

【0 0 1 1】

【特許文献 1】

特開平 10-213539 号公報

【0012】**【特許文献 2】**

特開平 9-243549 号公報

【0013】**【特許文献 3】**

特開平 6-148059 号公報

【0014】**【特許文献 4】**

特開平 9-203704 号公報

【0015】**【発明が解決しようとする課題】**

しかしながら、特許文献 2 に記載のものは、例えば、図 14 に示すように、処理室内の処理基板上であるプラズマ生成空間 13 を計測する位置の計測窓 10 に異物検出装置 11b を配置する構成となっており、レーザ照射および異物からの散乱光を検出する計測窓 10 がプラズマ生成空間に暴露されるため、プラズマにより生じる生成物やエッチャントにより、膜堆積や計測窓のエッチングが起こり、計測窓に曇りが生じて検出感度が低下してしまうという問題点があった。

【0016】

また、特許文献 4 に記載のものは、真空室に形成した排気口に処理装置とは別の排気予備室を設けなくてはならず、さらに、排気予備室に到達する異物も排気ラインに到達する異物と同様に少なくなり、検査用レーザ光で排気通路の中心軸の延長上の 1 点を検出しているので、異物の捕捉率が低く、検出精度が低くなってしまうという問題点があった。

【0017】

そこで、本発明の目的は、プラズマ処理により生じる膜堆積およびエッチングによる計測窓の曇りを抑制し、処理室内の浮遊異物を安定検出することができ、また、異物の捕捉率を向上させることのできる異物検出方法および処理装置を提

供することを目的とする。

【0018】

また、異物発生数を管理し、メンテナンス箇所・時期を指示し、プラズマ処理装置の安定稼働を可能にする異物管理システムを提供することを目的とする。

【0019】

【課題を解決するための手段】

本発明による異物検出方法は、処理室内に処理ガスを供給して、プラズマ発生装置によりプラズマを発生させ、そのプラズマにより試料台上に置かれた試料を処理する処理装置における異物検出方法であって、プラズマ発生装置の電極間またはプラズマが生成される試料台上部の空間以外の処理室内に、レーザを走査して照射し、処理室内に存在する異物から発生する散乱光を検出し、検出した散乱光に基づいて異物を検出するものである。

【0020】

また、本発明による処理装置は、処理室内に処理ガスを供給して、プラズマ発生装置によりプラズマを発生させ、そのプラズマにより試料台上に置かれた試料を処理する処理装置であって、プラズマ発生装置の電極間またはプラズマが生成される試料台上部の空間以外の処理室内に設けられた計測窓に取り付けられ、計測窓から処理室内にレーザを走査して照射し、処理室内に存在する異物から発生する散乱光を検出する異物検出装置を備え、異物検出装置は、処理装置が稼働している間、検出した散乱光に基づいて、異物を検出するものである。

【0021】

また、本発明による異物管理システムは、処理装置と、処理装置の各動作により出力された信号および異物検出装置による検出結果を受け取り、処理装置の各動作と異物データを管理する制御手段とを備えたものである。

【0022】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態を図面に基づいて詳細に説明する。なお、実施の形態を説明するための全図において、同一部材には同一の符号を付し、その繰り返しの説明は省略する。

【0023】**(実施の形態1)**

この実施の形態では、平行平板型プラズマ処理装置である平行平板型エッチング装置の *in-situ* 異物モニタ装置である異物検出装置を例に説明する。

【0024】

図1は本発明の実施の形態1による平行平板型エッチング装置における異物検出装置の取り付け位置を示す断面模式図、図2は異物検出装置によるレーザ走査位置の一例を説明するための説明図、図3は図2のA-A'断面を示す図、図4は異物検出装置によるレーザ走査位置の他の例を説明するための説明図である。

【0025】

図1において、処理室1は 10^{-4} Pa程度の真空度に到達できる真空容器であり、上部電極2と下部電極3から構成されている。その上部電極2にはエッチングガスなどのプロセスガス4を導入するガス供給穴5が設けられており、さらに、プラズマを生成するための高周波電源6（例えば、RF電源13.56MHz）を印加できる構造になっている。

【0026】

また、下部電極3はウエハなどの処理基板12を搭載する構造になっていると共に、入射イオンを制御するためのバイアス制御電源7が印加できる構造になっている。

【0027】

また、処理室1は排気ライン8から、ターボ分子ポンプ等により常時排気され、排気速度はバタフライバルブ9により調整される。

【0028】

そして、真空容器の処理室1内と排気ライン8との経路の途中に、壁に設けられた開口部に計測用の計測窓10が取り付けられている。この計測窓10を通してエッチング処理中だけではなく、処理室1中に発生した浮遊異物をモニタするための異物検出装置11が備えられている。

【0029】

次に、この実施の形態の動作について説明する。

【0030】

まず、異物検出装置 11 では、レーザ光（例えば YAG の第 2 高調波：532 nm）をガルバノミラーなどのスキャナで処理室 1 内に走査し、パーティクルからの散乱光を検出する。

【0031】

また、エッチング処理される処理基板 12 は下部電極 3 の上に設置される。MFC（Mass Flow Controller）などにより任意の流量に制御されプロセスガス 4 が上部電極 2 のガス供給穴 5 から供給され、処理室 1 内は、例えば数 Pa 程度の任意の圧力に調整され、上部電極 2 に高周波電源 6 により高周波電圧を印加することにより、処理室 1 内にプラズマを生成する。

【0032】

また、供給されるプロセスガス 4 には、 CF_4 、 Cl_2 等のエッチング系ガスが用いられ、プラズマ分解することでイオンや中性活性種により処理基板 12 上の被エッチング薄膜がエッチングされる。この際、計測窓 10 を通して異物検出装置 11 により、処理基板 12 の搬送中やプラズマ処理中に生じる異物をモニタしてプロセス管理をする。

【0033】

また、異物検出装置 11 は、例えば、図 2 および図 3 に示すようにレーザ走査領域 19 を、処理室 1 内と排気ライン 8 との排気経路 18（ガスの流れる経路）に対して、直交方向としてレーザを走査している。すなわち、異物の流れる空間に対して、断面をレーザが走査する。

【0034】

そして、異物検出装置 11 のレーザ走査領域 19 により排気口 20 上の排気経路 18 を走査することにより、処理室 1 内に浮遊する異物を捕捉する。さらに、レーザ走査領域 19 は、排気経路 18 を流れるガス流方向に対して垂直方向に走査することで、排気口 20 に流れる、または、浮遊している異物の捕捉率を高める。なお、レーザ走査領域 19 としては、図 4 に示す方向でも、排気経路 18 に対して直交方向という概念から有効である。

【0035】

前述したように、従来では、図13に示すように、異物検出装置11cを排気ライン8に取り付けたり、図14に示すように、異物検出装置11bを処理基板12上であるプラズマ生成空間13を計測する位置に取り付けていたため、異物の捕捉率の低下や、計測窓10の曇りによる検出感度の低下など、問題があったが、この実施の形態では、図1に示すように、処理室1内と排気ライン8間の排気経路18に異物検出装置11を取り付けることにより、異物の捕捉率を高くし、計測窓10の曇りを抑止し、検出感度を低下させないで異物の検出を行うことが可能である。

【0036】

(実施の形態2)

この実施の形態では、マイクロ波プラズマエッチング装置の *in-situ* 異物モニタ装置である異物検出装置を例に説明する。

【0037】

図5は本発明の実施の形態2によるマイクロ波プラズマエッチング装置における異物検出装置の取り付け位置を示す断面模式図、図6～図8は捕捉される異物を説明するための概略図である。

【0038】

図5において、マイクロ波プラズマエッチング装置は、排気口20が処理室1横に設けられ、異物検出装置11を、処理室1から排気口20への排気経路18に設置している。また、マイクロ波プラズマエッチング装置は、導波管21によりマイクロ波が伝搬し、石英板22を介して処理室1内の試料台14上部にプラズマを生成し、処理室1周辺には電磁石23が設けられ、プラズマを制御している。

【0039】

このような電磁石23が処理室1に設置された処理装置では、プラズマ生成空間13に異物検出装置11用の計測窓10を開口すると、プラズマ生成状態に影響する可能性がある。また、前述したように、プラズマ生成空間13に計測窓10が暴露されると、反応生成物による膜堆積やエッチャントによる計測窓10のエッチングが進み、計測窓10が曇ることで検出感度が低下してしまう。

【 0 0 4 0 】

この実施の形態では、図 5 に示すように、異物検出装置 1 1 を、処理室 1 から排気口 2 0 の排気経路 1 8 に設置することで、計測窓 1 0 が高密度なプラズマ生成空間 1 3 に曝されること無く、異物を計測することが可能である。

【 0 0 4 1 】

さらに、本設置箇所においては、レーザ走査領域を処理室 1 から排気口 2 0 への排気経路 1 8 の水平面に対して、垂直方向に走査面を設けることで、排気に流れる異物および処理室 1 内に浮遊する異物を捕捉する。

【 0 0 4 2 】

次に、この実施の形態の異物の捕捉状態について説明する。

【 0 0 4 3 】

まず、処理室 1 から排気口 2 0 に流れる異物 2 4 は排気経路 1 8 に走査されるレーザ走査領域 1 9 により捕捉される。

【 0 0 4 4 】

数 P a 程度の高真空下では、異物 2 4 はガス流にのらないで浮遊するため、プロセスガス導入時や、プラズマ放電開始・終了などの異物 2 4 が浮遊するトリガーが印加された際の異物 2 4 を捕捉することが処理室 1 内の異物発生状況を把握するには重要である。

【 0 0 4 5 】

この実施の形態の異物検出装置 1 1 の設置箇所およびレーザ走査方法により、図 6 に示すように、処理室 1 内に落ちている異物 2 4 が試料台 1 4 まで舞い上がらなくても、異物 2 4 の検出確率が高い。

【 0 0 4 6 】

また、排気口 2 0 と処理室 1 の間に位置することから、図 7 に示すように、バタフライバルブ 9 に起因して生じる異物を、試料台 1 4 に到達する前に捕捉することができ、装置起因による処理室 1 内の異物 2 4 発生を早期に検出することが可能である。

【 0 0 4 7 】

また、レーザを走査するため、高さ方向に散乱光発生位置を情報として得られ

、図 8 に示すように、処理室 1 内の下面から浮遊した異物 24 か、排気口 20 の蓋や処理室 1 の内壁から落下し浮遊してきた異物か、処理基板 12 をロードする際に搬送室から流れ込んできた異物 24 かを推定することも可能である。

【0048】

(実施の形態 3)

この実施の形態では、実施の形態 1、2 において説明した、異物検出装置 11 を備えた平行平板型エッチング装置やマイクロ波プラズマエッチング装置などの処理装置の動作について説明する。

【0049】

図 9 は本発明の実施の形態 3 による処理装置の動作を示すフローチャートである。

【0050】

まず、平行平板型エッチング装置やマイクロ波プラズマエッチング装置などの処理装置は、実施の形態 1、2 において説明したように、処理室 1 内と排気ライン 8 間の排気経路 18 に異物検出装置 11 が設置されており、処理装置が稼働している間は、常時異物を検出している。

【0051】

そして、処理装置が稼働すると、装置メンテナンスとして、例えば、ウェットクリーニングなどを行い (S100)、エージングまたは *in-situ* プラズマクリーニングを行い (S101)、常時行われている異物検出装置 11 による異物検出で、異物が管理基準以下になるまで S101 での処理を継続する (S102)。

【0052】

そして、S102 で異物が管理基準以下になると、処理装置の各工程を着工し (S103)、常時行われている異物検出装置 11 による異物検出で、異物が管理基準以下であれば、S103 に戻り処理を継続する (S104)。

【0053】

S104 で異物が管理基準を超えれば、異物の検出状況により、メンテナンス方法を決定し (S105)、S105 でウェットクリーニングを行うメンテナン

スAか i n - s i t u プラズマクリーニングを行うメンテナンスBが決定されると、メンテナンスAはS100に戻り、メンテナンスBはS101に戻り、その後の処理を継続する。

【0054】

このように、処理室1内と排気ライン8間の排気経路18に異物検出装置11を設置し、処理装置が稼働している間は、常時異物を検出することにより、異物の検出を確実に行うことができ、処理装置稼働中のメンテナンスを的確に行うことが可能となる。

【0055】

(実施の形態4)

この実施の形態では、実施の形態1、2において説明した、異物検出装置11を備えた平行平板型エッチング装置やマイクロ波プラズマエッチング装置などの処理装置を用いた異物管理システムの動作について説明する。

【0056】

図10は、本発明の実施の形態4による異物管理システムの動作を説明するための説明図である。

【0057】

図10において、異物管理システムは、プラズマ処理装置制御システム50と異物検出システム51で形成され、処理装置内の異物発生状況を異物検出装置11の異物検出数により管理している。

【0058】

また、グラフは計測時間に対する異物個数の変動例を示しており、処理装置の稼働状況と合わせて示している。

【0059】

まず、異物が増加し、ウェットクリーニングの指示を異物管理システムから行い、真空処理装置を大気開放し、装置メンテナンスでウェットクリーニングを実施する(S1)。

【0060】

そして、所定の真空度、温度に到達した時点で、エージング工程を行い、異物

数の減少をモニタしながら装置内雰囲気を安定化させる (S 2)。

【0061】

そして、プラズマエッチング処理工程を行い (S 3)、ここで、異物管理基準を超えたら、異物管理システムによりクリーニングの指示を出す。

【0062】

図 10 に示した例では、異物管理基準以下なので、ウエハの搬送を行い (S 4)、処理装置のウエハの搬送動作時も異物計測を行う (S 4)。ここで、管理基準を超えれば、搬送時の処理装置動作、すなわちゲートバルブ開閉、アーム搬送室内が異物発塵源であることが推定でき、異物管理基準を超えたら、異物管理システムによりクリーニングの指示を出す。

【0063】

図 10 に示した例では、ウエハの搬送動作時でも、異物管理基準以下なので、クリーニングの指示は出さないが、さらに、各装置動作を繰り返すことで発塵源が絞れ、その箇所の異物対策を行うことができる。

【0064】

そして、プラズマエッチング処理工程を行い (S 5)、ここで、異物管理基準を超えたため、異物管理システムによりクリーニングの指示を出して、プラズマクリーニングによる *in-situ* クリーニングを行う (S 6)。

【0065】

そして、プラズマクリーニングによる *in-situ* クリーニング時にも異物計測を行い、エッチング処理着工指示を異物管理システムから行う (S 7)。このようにして、異物管理システムにより異物の変動を計測し、クリーニングとプラズマ処理の着工指示を行う。

【0066】

また、クリーニング指示は異物の発生状態により、*in-situ* プラズマクリーニングかウェットクリーニングかの指示を行う。

【0067】

図 10 に示す異物発生 (1) では、異物数は連続的に増加し、散乱光強度が一定の場合は、微小な異物が発生しており、処理室 1 の内壁へ薄く堆積した膜が、

エッチングにされて生じた異物と推定できる。そのため、in-situ プラズマクリーニングにより堆積膜を除去する。

【0068】

また、図10に示す異物発生(2)では、異物の発生数は激増していないが、散乱光強度は大きくなっている。この場合、処理室1の内壁への膜堆積量も多く、剥がれによりサイズの大きな異物が浮遊している可能性が高い。そのため、ウェットクリーニングによるメンテナンスが適切である。異物発生(2)では、散乱光強度だけではなく、異物数も増加するパターンも当然のことながら存在する。

【0069】

このようなクリーニング方法の判定と、それと同時に処理装置の稼働状態との照合を行い(S8)、発生箇所を特定し(S9)、メンテナンス方法・箇所の指示を異物管理システムにより行う(S10)。

【0070】

この実施の形態では、異物管理システムにより、処理装置の稼働中に異物計測を行い、異物の計測結果と処理装置の稼働状態により、メンテナンス方法・箇所の指示を行うことにより、的確なメンテナンスを行うことができ、処理装置の安定稼働が可能となる。

【0071】

(実施の形態5)

この実施の形態は、計測窓10の構造をスリット形状として、さらに、計測窓10の曇りを抑制するようにしたものである。

【0072】

図11は、本発明の実施の形態5による計測窓の構造を説明するための説明図であり、図11の(a)は断面図、図11の(b)は正面図を示している。

【0073】

本発明による異物検出装置11の設置箇所である排気経路18は、上述したように、異物モニタの長期安定稼働を可能にする。異物検出装置11は、数ミクロンからサブミクロンオーダーまでのパーティクルを検出するため、エッチング処

理により生じる計測窓 10 への膜堆積や計測窓 10 のエッチングによる計測窓 10 の曇りは、検出感度に大きく影響する。

【0074】

特に、 $0.25\mu\text{m}$ 以下のパーティクルでは散乱光の発生が、レイリー散乱領域であり、散乱光強度が粒径の 6 乗に反比例することから、微小なパーティクルの検出には、計測窓 10 の曇りは致命的である。すなわち、異物検出装置 11 が優れた感度を有していても、計測窓 10 の曇りによりパーティクルの検出感度が大きく低下する可能性がある。特にプラズマに計測窓 10 が暴露されていると検出感度の経時変化は大きくなる。

【0075】

このような課題に対しても、上述したように、異物検出装置 11 を、電極間や試料台上ではなく、プラズマ生成空間 13 から離れた処理室 1 内の排気ライン 8 との間の空間に設けることで、プラズマによる生成物やエッチャントの計測窓 10 への到達を減少させることが可能となり、微小パーティクルから発生する微小信号に対しても、安定検出が可能となっている。

【0076】

さらに、この実施の形態では、生成物やエッチャントの計測窓 10 への到達をさらに減少させるために、計測窓 10 の構造を、図 11 に示すようにスリット形状としている。

【0077】

エッチング処理の真空度は低圧条件下の数 Pa 程度であり、分子の平均自由行程 λ が数 mm 程度 (Ar 分子、 25°C の場合) あることから、処理室 1 からの経路 29 を、例えば高さを平均自由行程より短いと同程度に、長さ (処理室 1 から計測用窓 10 方向) を少なくとも平均自由行程と同程度か、長く構成する。

【0078】

こうすることで、分子は計測用窓 10 の窓 25 に到達するよりも高い確率で、スリットの内壁に付着する。このように、スリット寸法により窓 25 への反応生成物およびエッチャントの到達確率を低減させることができる。このような効果をより有効にするには、スリット高さ、幅ともにできるだけ小さくし、奥行き方

向の長さとはできるだけ長くした構造が望ましい。

【0079】

このように、異物検出装置 11 の設置位置をプラズマ生成空間 13 と離れた位置に配置すると共に、反応生成物とエッチャントの到達確率を減少させ窓 25 の曇りを抑制することで、プラズマによる窓 25 の経時変化を抑制して、安定した高精度なモニタリングが可能である。

【0080】

さらに、計測窓 10 に電磁波の漏洩を防止するために、透明導電膜を用いた構造を採用するのが望ましい。すなわち、プラズマ処理装置に取り付けられた計測窓 10 に、ガラスやサファイア基板といった透明部材の窓 25 に、スパッタリングや真空蒸着などにより ITO（酸化インジウム・スズ）や ZnO（酸化亜鉛）といった透明導電膜 26 をコーティングする。

【0081】

コーティング面はプラズマ処理装置の外側面、すなわちモニタ側とし、処理室 1 側の面はコーティングの無い清浄面とする。この計測窓 10 は可視領域で透過率 80% 以上の透明性を有し、異物モニタ等の光学モニタ装置の検出感度を保持することが可能である。

【0082】

また、抵抗率は $10^{-4} \Omega \cdot \text{cm}$ 以下であり、導電部であるコーティング膜をプラズマ処理装置と接続して同電位とすることで、プラズマ生成空間 13 からの電磁波の漏洩を防ぎ、センサへの影響や人体への影響を防ぐことが可能である。

【0083】

また、計測窓 10 の窓 25 には、高真空（少なくとも 10^{-4}Pa ）に耐えうる厚さおよび材料の窓 25 を Oリング 27 を介して固定する。窓 25 は測定波長領域に応じて、材質を選択する。プラズマプロセスでのエッチャントの化学反応によるエッチングをさらに避けるためには、エッチングに強いサファイアガラスを用いると好適である。

【0084】

また、この実施の形態では、照射レーザにより計測窓 10 の内壁からの散乱光

が検出への影響を与えないように、黒色アルマイト処理などの低反射表面コーティングを施すのが望ましい。また、窓 25 にはレーザ光の反射光による検出への影響を避けるために、レーザ入射側に透明導電膜 26 の上に反射防止膜 28 を施す。

【0085】

さらに、本発明による異物検出装置 11 では、処理室内壁から生じる反射光を遮光する空間フィルタを検出光学系に備えることで、内壁反射光の検出への影響を抑制する。

【0086】

(実施の形態 6)

この実施の形態は、異物検出装置 11 をレーザ 15 が照射される真空処理装置内壁と直交しない位置関係に配置し、異物検出装置 11 の対壁からの強い反射光を避けるようにしたものである。

【0087】

図 12 は、本発明の実施の形態 6 による異物検出装置の配置を説明するための説明図であり、一例として、図 5 の B-B' 断面（断面表記省略）を示している。

【0088】

本発明による異物検出装置 11 の設置箇所は、プラズマ生成への影響が小さいため、レーザが照射される処理室 1 の形状や異なる光学特性に変更することも可能である。

【0089】

例えば、図 12 に示すように、レーザ 15 が照射される真空処理装置内壁 31 と直交しない位置関係に異物検出装置 11 を配置、または内壁形状を形成することが可能である。

【0090】

このようにすることで、異物検出装置 11 の対壁からの強い反射光を避けることができ、反射光 30 を異物検出装置 11 とは異なる方向に導くことができる。

【0091】

また、処理室 1 の内壁がステンレスやアルミ材などの高反射材の場合は、レーザ照射部の内壁のみを黒アルマイト処理やレーザ光の波長を吸収する材料を適用し、迷光対策を行うことも可能である。

【0092】

なお、実施の形態 1～6 では、エッチングプロセスを対象としているが、本発明の異物検出方法は、スパッタリング、プラズマ CVD などのプロセスにおいても、同様に用いることが可能である。

【0093】

また、実施の形態 1～6 では、後方散乱光を用いた *in-situ* 異物検出装置を例に説明したが、これらに限らず前方散乱、側方散乱光を用いた各散乱光検出方式においても、複数の窓が必要になるが、本発明と同様の効果が期待できる。

【0094】

【発明の効果】

以上のように、本発明によれば、プラズマ処理装置内の電極間、すなわちプラズマが生成される試料台上以外の処理室内、例えば、処理室から排気ラインの空間に、異物検出装置を設置し計測することで、計測窓の曇りを抑制し、処理室内の浮遊異物を安定検出することができ、また、異物の捕捉率を向上させることができる。

【0095】

また、本発明によれば、異物管理システムにより、メンテナンス箇所、時期および方法を指示し、プラズマ処理装置の安定稼働を行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の実施の形態 1 による平行平板型エッチング装置における異物検出装置の取り付け位置を示す断面模式図である。

【図 2】

本発明の実施の形態 1 の異物検出装置によるレーザ走査位置の一例を説明するための説明図である。

【図 3】

図 2 の A - A' 断面を示す図である。

【図 4】

本発明の実施の形態 1 の異物検出装置によるレーザ走査位置の他の例を説明するための説明図である。

【図 5】

本発明の実施の形態 2 によるマイクロ波プラズマエッチング装置における異物検出装置の取り付け位置を示す断面模式図である。

【図 6】

本発明の実施の形態 2 による捕捉される異物を説明するための概略図である。

【図 7】

本発明の実施の形態 2 による捕捉される異物を説明するための概略図である。

【図 8】

本発明の実施の形態 2 による捕捉される異物を説明するための概略図である。

【図 9】

本発明の実施の形態 3 による処理装置の動作を示すフローチャートである。

【図 1 0】

本発明の実施の形態 4 による異物管理システムの動作を説明するための説明図である。

【図 1 1】

(a) , (b) は本発明の実施の形態 5 による計測窓の構造を説明するための説明図である。

【図 1 2】

本発明の実施の形態 6 による異物検出装置の配置を説明するための説明図である。

【図 1 3】

従来の異物検出装置の配置を説明するための説明図である。

【図 1 4】

従来の異物検出装置の配置を説明するための説明図である。

【符号の説明】

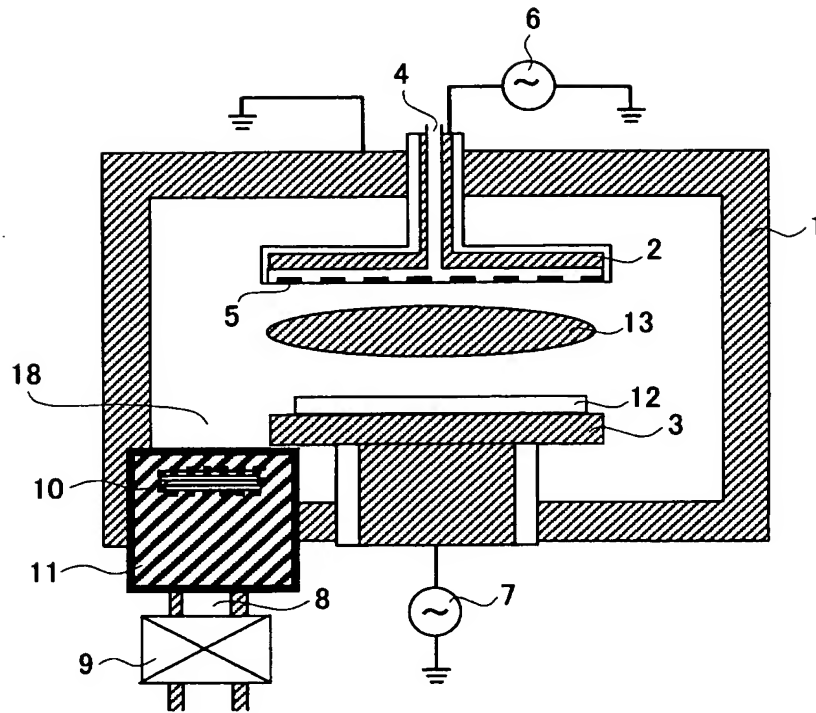
1…処理室、2…上部電極、3…下部電極、4…プロセスガス、5…ガス供給穴、6…高周波電源、7…バイアス制御電源、8…排気ライン、9…バタフライバルブ、10…計測窓、11…異物検出装置、12…処理基板、13…プラズマ生成空間、14…試料台、18…排気経路、19…レーザ走査領域、20…排気口、21…マイクロ波導波管、22…石英板、23…電磁石、24…異物、25…窓、26…透明導電膜、27…Ｏリング、28…反射防止膜、29…経路、30…反射光、31…処理装置内壁、50…プラズマ処理装置制御システム、51…異物検出システム。

【書類名】

図面

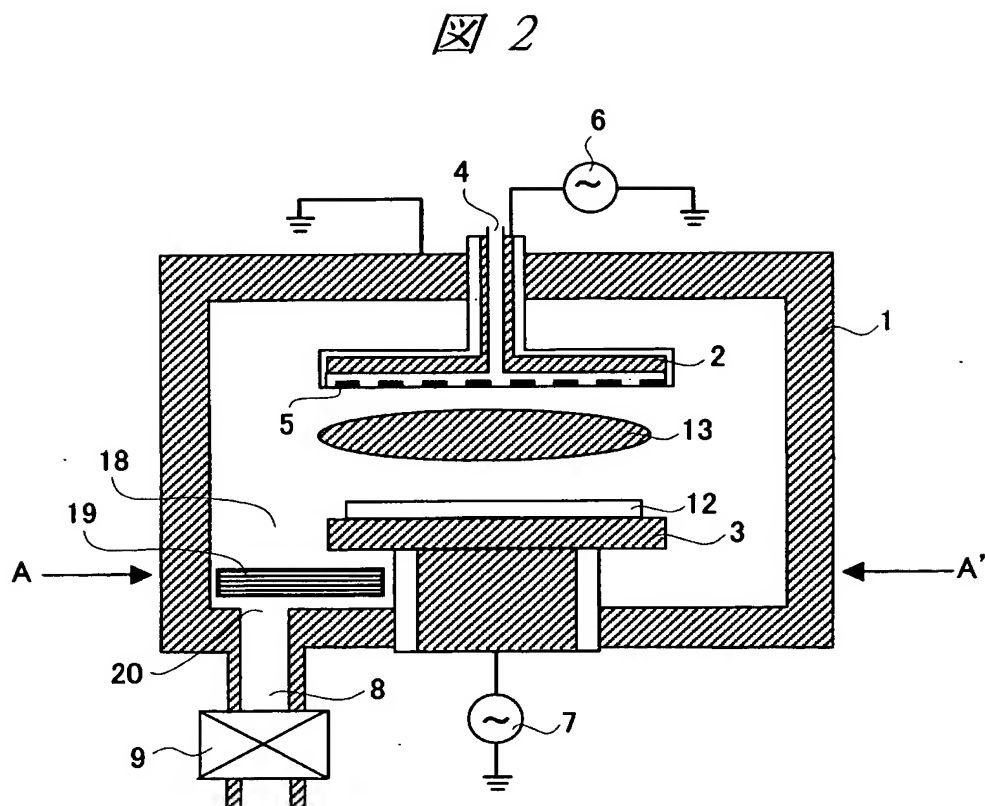
【図 1】

図 1



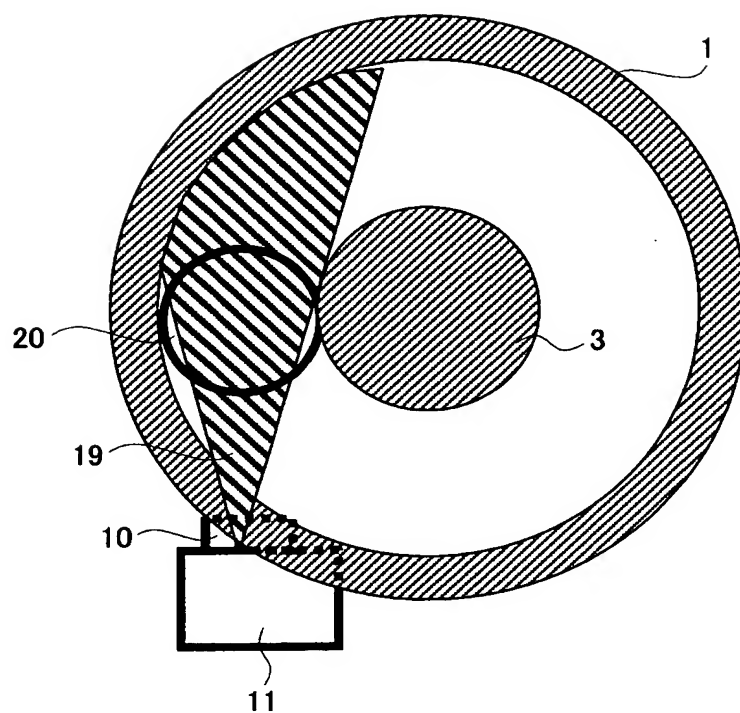
- 1: 処理室
- 2: 上部電極
- 3: 下部電極
- 4: プロセスガス
- 5: ガス供給穴
- 6: 高周波電源
- 7: バイアス制御電源
- 8: 排気ライン
- 9: バタフライバルブ
- 10: 計測窓
- 11: 異物検出装置
- 12: 処理基板
- 13: プラズマ生成空間

【図 2】



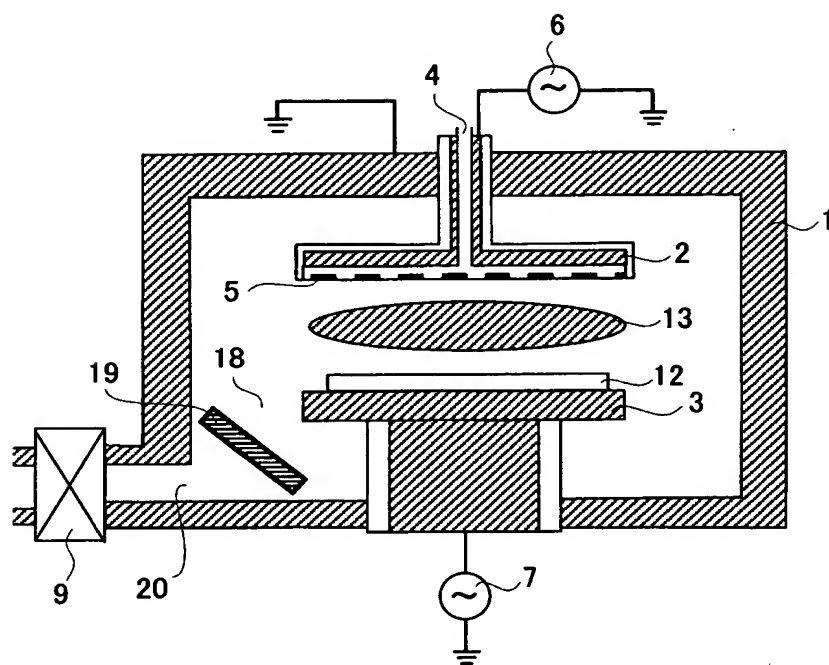
【図 3】

図 3



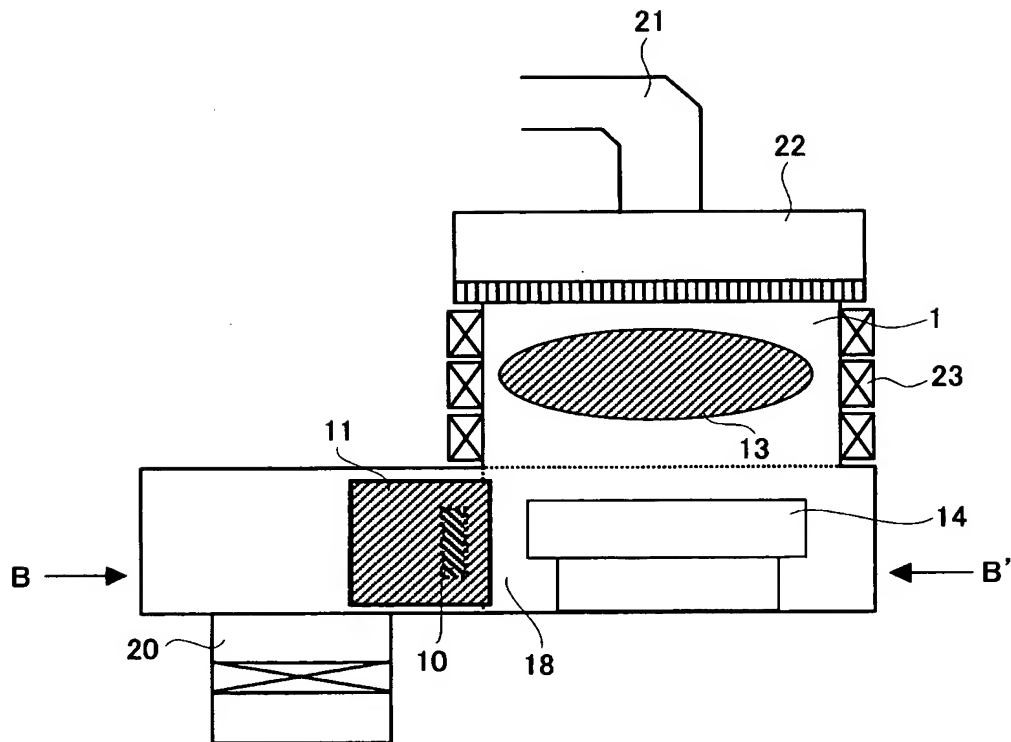
【図 4】

図 4



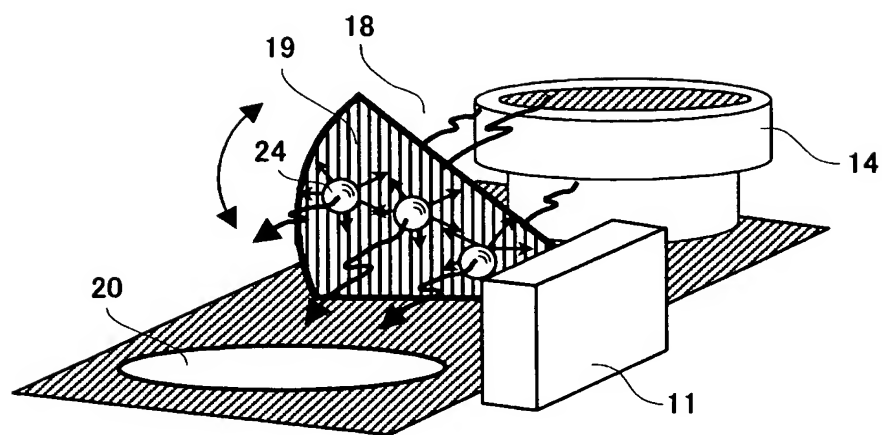
【図 5】

図 5



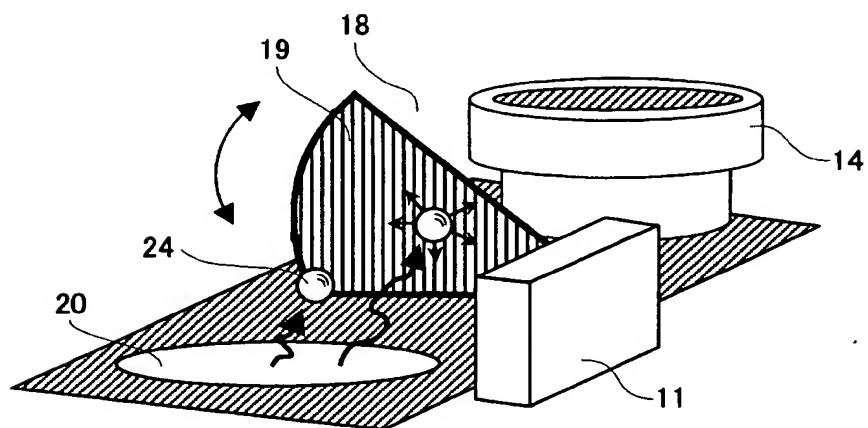
【図 6】

図 6



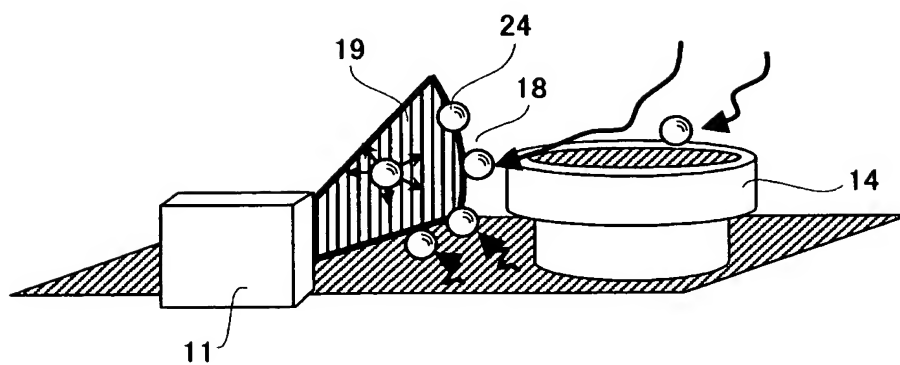
【図 7】

図 7



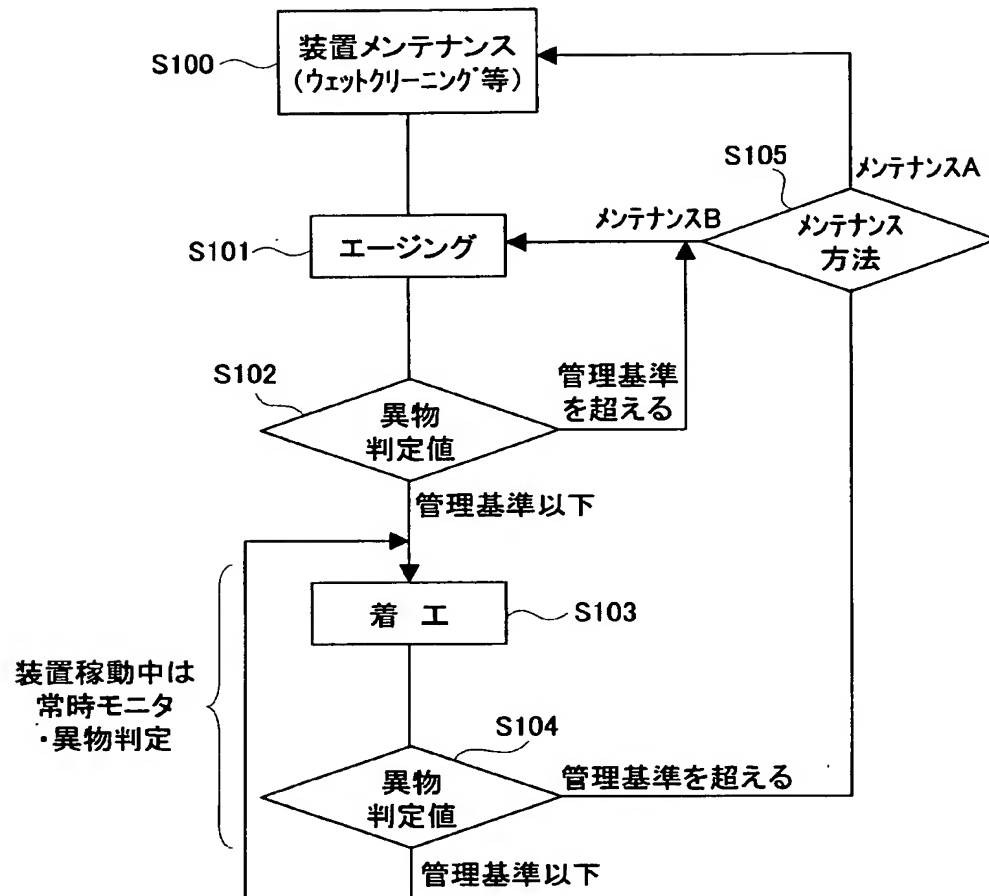
【図 8】

図 8



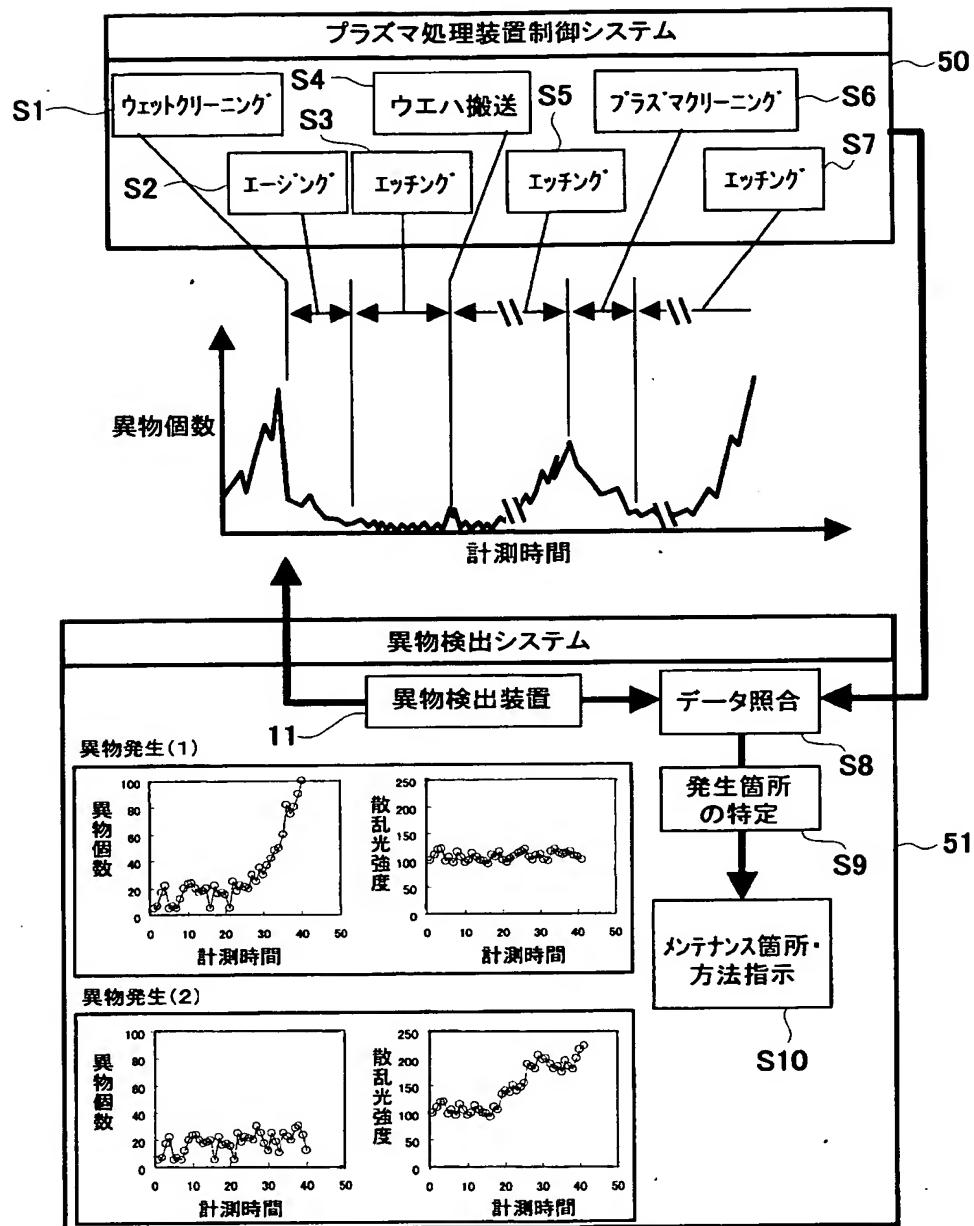
【図 9】

図 9



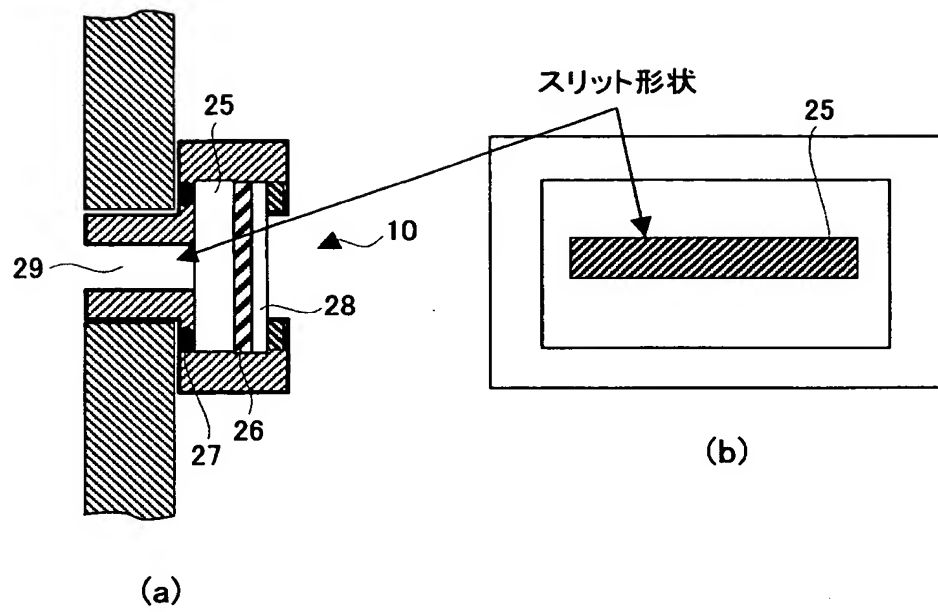
【図 10】

図 10



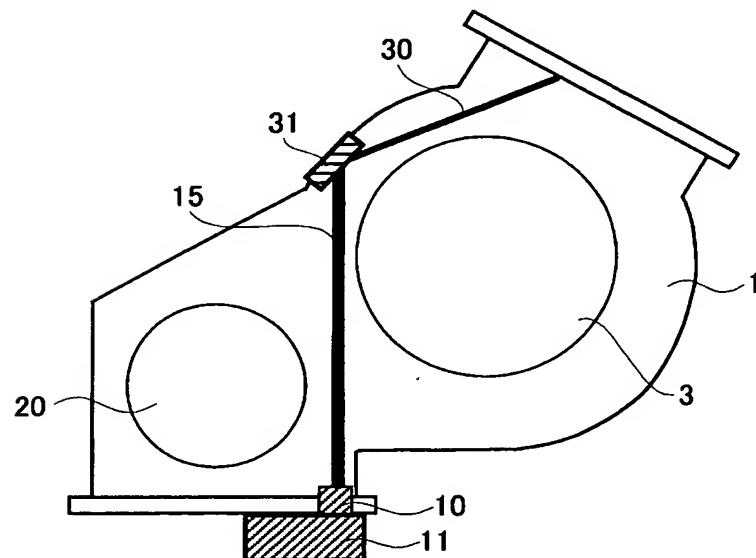
【図 11】

図 11



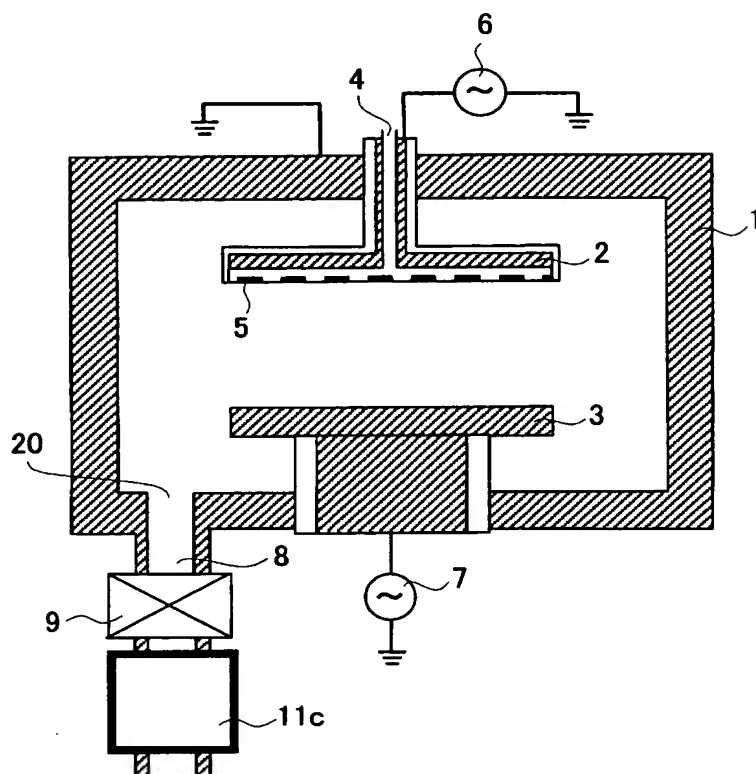
【図 12】

図 12



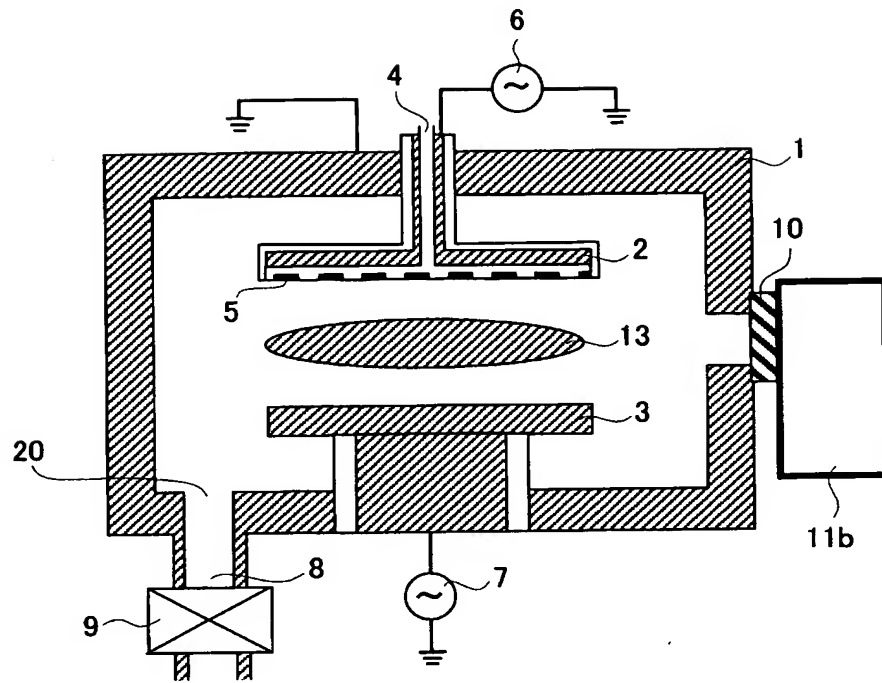
【図 13】

図 13



【図 14】

図 14



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 プラズマ処理により生じる膜堆積およびエッチングによる計測窓の曇りを抑制し、処理室内の浮遊異物を安定検出することができ、また、異物の捕捉率を向上させることのできる異物検出方法および処理装置を提供する。

【解決手段】 プラズマ発生装置の電極間またはプラズマが生成される試料台上部の空間以外の処理室 1 内に設けられた計測窓 10 に取り付けられ、計測窓 10 から処理室 1 内にレーザを走査して照射し、処理室 1 内に存在する異物から発生する散乱光を検出する異物検出装置 11 を備え、異物検出装置 11 は、処理装置が稼働している間、検出した散乱光に基づいて、異物を検出する。

【選択図】 図 1

特願 2 0 0 3 - 1 9 9 5 9 2

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [5 0 1 3 8 7 8 3 9]

1. 変更年月日	2 0 0 1 年 1 0 月 3 日
[変更理由]	新規登録
住 所	東京都港区西新橋一丁目 2 4 番 1 4 号
氏 名	株式会社日立ハイテクノロジーズ